

芦田川中下流部の河道形態・構造の防災評価ならびにビオトープの生態評価

国土交通省中国地方整備局福山河川国道事務所 特別会員 ○伊藤 亮哉
 国土交通省中国地方整備局福山河川国道事務所 特別会員 竹國 俊一
 国土交通省中国地方整備局福山河川国道事務所 特別会員 安部 利明

1. はじめに

芦田川は、その源を三原市大和町蔵宗（標高 570m）に発し、世羅台地を東方に貫流し、山田川、矢多田川を合わせて中流部の八田原ダムに至り、阿字川、御調川、出口川を合わせて府中市に至り、さらに神谷川、有地川、高屋川を合わせて下流部神辺平野を流下し、さらに瀬戸川を右岸側から合わせて福山市箕島町において瀬戸内海備後灘に注ぐ一級河川である。中国地方の一級河川 13 水系の中では、流域面積 860 km²、幹川流路長 86km と小さく、流域は備後準平原の標高 500m 程度の低い山系に囲まれた、小雨の瀬戸内気候区に位置している。従って、年間平均総降雨量は 1,260mm 程度と少なく、水資源に恵まれていない。また、中下流部は、橋梁、用水堰、床固、河口堰等の横断構造物が多く存在するほか、河道内砂州、中州、樹林帯等の自然構造物が混在し、多様な環境を内包することで特異な生物を含む多くの水生生物の生息地となっている。これらの構造物や樹木は流下能力のネックとなる場合もあり、防災上は存置しない方が望ましいものである。こうした状況をふまえ、芦田川における防災と河川環境保全のバランスをとった管理方針を確立する必要がある。

国土交通省中国地方整備局福山河川国道事務所では、2018 年度に福山大学との包括協定における、「芦田川の二極化抑制のための河道計画に関する研究」にて芦田川の中下流域での樹林化に対する植生の遷移過程と土砂堆積の進行の状況把握と防災と環境の両面で効率的・効果的な河道整備手法に関する研究開発に着手しており、芦田川の一部領域において皆伐後の植生の変化と平成 30 年 7 月豪雨時とそれ以降の植生及び河道の変化について調査を行っている。

本研究では、これを引き継ぎ、洪水災害に係わる防災工学的研究と多様な自然環境の下で棲息する水生生物種の活性に及ぼす影響評価に係わる生物科学工学的研究の二面から、将来のニーズに応えることを目的とした 3 年間の継続研究であり、2020 年度は研究の 2 年目に当たる。本論文では 2020 年度における研究の実施内容について紹介する。

2. 研究目的

(1) 河道形状・河道構造の防災評価

橋梁、用水堰、床固等の人工的河川構造物と砂州、中州、河道内樹林帯等の自然構造物が洪水時にどのように流況に変化を及ぼすかの防災評価を行うと共に、皆伐後の樹林化の進行状況や洪水による河道砂州の変化過程を分析することで、防災評価につなげる。

(2) 河道内のビオトープの生態評価

種々の水環境保全対策（浄化施設、植生浄化）や中州樹木伐採が行われてきた芦田川下流域において水生生物と水質状況を調査し、多様な河川構造物と小流量という芦田川の持つ特性が生態系（エコトープ）に及ぼす影響を明らかにする。

3. 研究対象域

人間生活域として重要区間と考える最下流の芦田川河口堰から中流部府中市五ヶ村用水堰 (28.8km、固定堰)
 キーワード 河道形状, U A V, 河床変動, 植生分布, 粒度分布, 環境 DNA

連絡先 〒720-0031 広島県福山市三吉町 4 丁目 4-13 国土交通省中国地方整備局福山河川国道事務所調査設計第一課
 TEL 084-923-2628

までを研究対象域としている。また、研究目的を遂行するにあたって、対象域を下記のAゾーン、Bゾーンに絞っている。(図-1)

Aゾーン：山手橋(9.51km)～久松床固(11.1km)間

Bゾーン：近田床固(19.2km)～六地藏用水堰(26.4km)間

(河道二極化が著しい蛇行部をさらに2ゾーンに分割)

B-1ゾーン：近田床固(19.2km)～新市床固(21.9km)

B-2ゾーン：中須大橋(23.5km)～六地藏用水堰(26.4km)

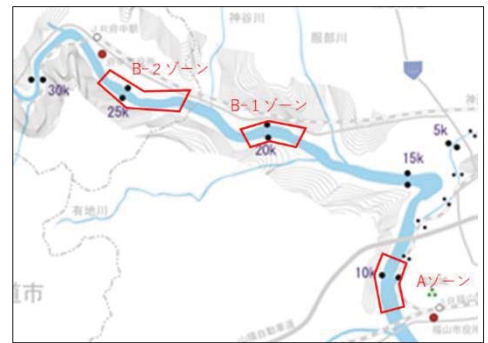


図-1 研究対象域

4. 実施内容

(1) UAVを用いた写真測量とその解析

UAV数機種を用いて、3次元地形測量(写真測量)ならびに動画・制止画を撮影すると共に、近赤外線カメラに植生モニタリング(NDVI処理)としてUAVによる空撮を行った。

a) 点群データの解析・考察

UAVで行った写真測量から点群データを作成し解析・考察を行っている。各ゾーンにおける2020年度の写真測量は、Aゾーンは5月、8月、11月の3回、B-1ゾーン、B-2ゾーンでは5月、11月の2回実施した。T.P.1.0m～2.0m、T.P.2.0m～3.0mまでの地盤高(植生高)を10cm毎に黄色から赤色へと移行する階段色で示し、T.P.3.0m～4.0m、T.P.4.0m～5.0mまでの地盤高を10cm毎に青色から緑色へと移行する段階色で示した。図-2は、Aゾーンにおける点群データ(T.P.3.0～4.0m、T.P.4.0～5.0m)を示したものである。左端の元図においては、植生繁茂部分はどこも緑色であるが、標高識別として見たとき、右岸側の護岸直下の植生高の季節変化が顕著に見られている。また、背割堤先端部の中州の植生の繁茂状況がよく分かる。他のゾーンにおいても点群データを作成することにより河床変動の経時的変化を視覚的に把握することが出来た。

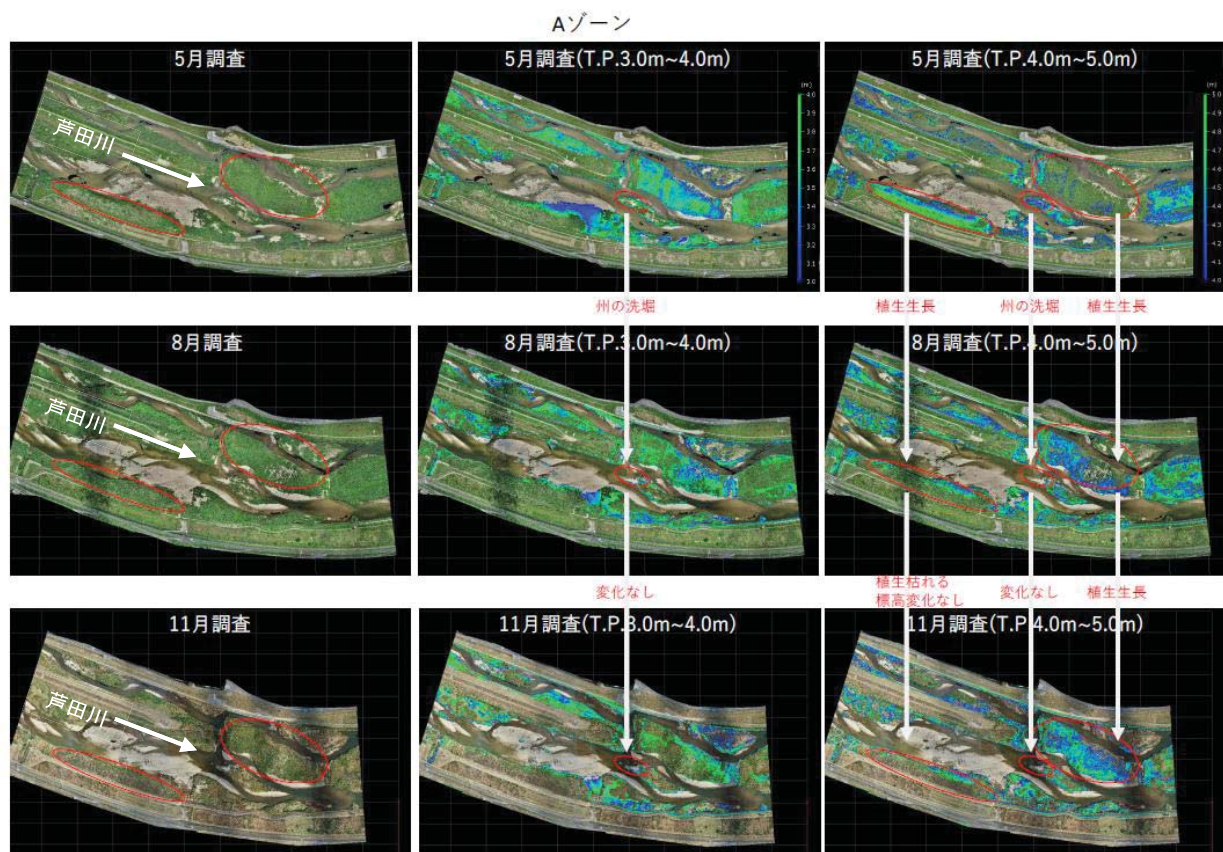


図-2 Aゾーン標高平面図(T.P.3.0m～4.0m、T.P.4.0m～5.0mの識別)

b) NDVI による植生調査

芦田川の調査区間について全域が撮影され、その全域を完全にカバーした植生指標を、NDVI 処理によって設定されたNDVI 値の分布図として解析を行っている。NDVI 値 0~200 は波長別に 88 に分割され全 3 ゾーンで地図化されており、相対値としては青色が 0、赤色が 1 となるように視覚化されている。主な凡例を示すと、青色 0、空色 0.25、緑色 0.5、黄色 0.75、及び赤色 1 として示されている。青色は深い水面で、順に空色は浅い水面、緑色は裸地（主に植生の無い河原）、黄色は草本植生で、さらに植生の密度が高くなり最大の赤色は樹木の密集した葉群を示す。すなわち黄色から赤色の間は植物細胞に含まれる光合成色素であるクロロフィルの濃度と考えればよく、樹木の葉群におけるクロロフィル濃度の最大が、ここでは赤色 1 で示される。

また、葉に関する植物季節で分析する場合は、葉群が光合成期である 8 月期の赤色が落葉樹（主にヤナギ類）の集団を示すこととなり、3 時期の全てで赤色であれば常緑樹である。草本は地上部で発達していない（葉群が展開していない）5 月期と地上部が枯死してクロロフィルを消失している 11 月期では裸地の緑色を呈し、光合成期の 8 月にはオレンジ色の表示となる。

図-3 は 2020 年度に撮影を行った A ゾーンにおける NDVI 値の分布図である。各撮影時期での比較検討から、植生の明確な水平方向への生長が認められ、多くの植生パッチ（主にヤナギ類）が同心円状あるいは縁辺ににじみ出すように拡大している。すなわちヤナギ類が枝葉を展開し樹冠が拡大していること、また植生パッチの縁辺で無性的に地下部から萌芽するか、あるいは若齢のヤナギ樹木が生長していることを示している。また各草本群落においても水平方向への生長が確認できた。

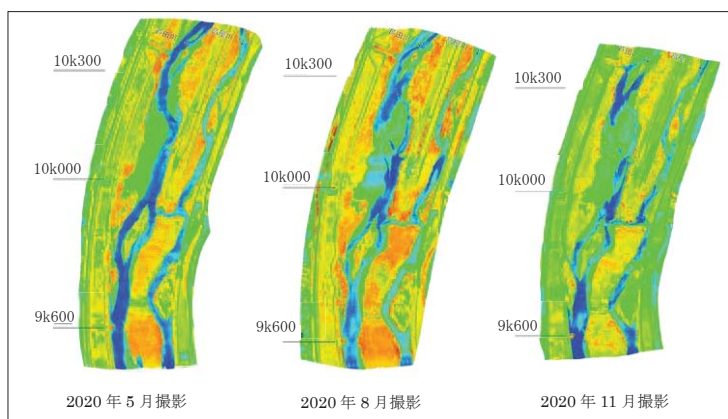


図-3 A ゾーンにおける NDVI 値の分布

樹木の生長は水平方向（樹冠の拡大）と垂直方向（樹高生長）の二つに大きく区分でき、NDVI 値は 2 次元から得られる空間資料であり、水平方向の生長を補足できるものである。本研究では、NDVI 値の分布図の解析の他に、空中写真や垂直方向の生長を観察するために行った比高調査との比較により、植生動態の考察や、河道内棲息植物の活性評価についても行っている。

(2)河床構成材粒度分析

土砂、砂礫、転石等河道構造の平均的変動を明確化することを目的に粒度組成成分調査を実施している。試料採取は 25cm×25cm の鋼マスを採用地点表面に置き、厚さ 2cm 程度、約 500g をコテで表面採取をおこなっている。測点位置は、GPS 計測をしており、低水路護岸先端から約 15m を測点 1、さらに 15m 時点を測点 2、さらに 30m 地点を測点 3 としている。（写真-1）

2015 年の河床材料粒度調査では、10km 地点ではほぼ砂が主体であることが分かっていたが、その後に発生した平成 30 年 7 月豪雨により、対象域の河床地形や勾配もかなり大きな変化が生じたものと考えられている。

2019 年度からの本研究では、それらの影響を評価するために 2019 年 12 月に 10k000 と 10k100 測線上の河道横断方向の 3 測点、計 6 ヶ所で調査を実施し、平成 30 年 7 月豪雨による河床変動ならびに粒度変動の解析を行うことが出来た。また、それらの分析調査結果より、各年度毎に粒度調査を実施する有効性が認識されたため、2020 年度においても、8 月に 10k000 測線



写真-1 試料採取の様子

上3点と10k100測線上の3点、11月に10k000測線上3点で粒度組成成分調査を実施しており、それぞれのゾーンでの解析、また2019年度との比較考察を行っている。

2019年度と2020年度の結果を比較すると、護岸に近い測点1では、粒度分布曲線の変化の様相はほぼ同一であるといえたが、測点2では礫成分主体の構造が粗砂主体の構造に移行しており、測点3では砂成分主体の構造が、逆に粗砂より大きい礫主体の構造に移行している様子が見られた。これらの結果より、測線10km断面の河床構造は、流況変化に伴い大きく変動することがわかった。

(3)環境DNA分析による魚類層の把握

芦田川水系において、魚類層と河川構造との関連について考察するため、現地で採水したサンプルから環境DNA分析によって魚類層の調査を行っている。調査は芦田川本川流域として、大渡橋下、山手橋西、山手橋東、支川の高屋川では八幡橋下、浄水場前の計5地点で実施した。(図-4)

環境DNA分析の結果、大渡橋下で4目7科18種、山手橋西で4目8科30種、山手橋東で7目11科34種、高屋川で4目5科23種が検出され、それぞれの調査地点で魚類層に違いがみられた。それぞれの地点での関連性をみると、山手橋東と高屋川に関連性が見られ、大渡橋下と山手橋西・東両地点との間で関連性が高い様子が見られた。しかし、高屋川と大渡橋で共通していた魚種は少なかった。これらの結果より、高屋川から芦田川左岸側へ流れ込む河川水が本流の中州により右岸側に遮られていることが影響していると考察された。(表-1)

5. まとめ

2020年度は、3年間の継続研究の中の2年目であり、UAVを利用した写真測量や植生モニタリングなどを行い河道状況の把握、植生繁茂の様子を調査したほか、粒度分析調査、環境DNA分析を行っている。またこれらの他にも植物群落調査、デジタルオルソ画像の解析、水質の評価などを行うなどをし、研究を進めてきた。2021年度は研究の最終年度であり、継続して調査の実施、分析、考察を行い、芦田川の河道形態・構造の防災評価ならびにビオトープの生態評価に取り組んでいく。

謝辞: 本研究の実施また、本論文の執筆にあたっては福山大学の多大なるご協力を頂きました。ここに感謝申し上げます。



図-4 魚類調査の調査地点

魚 種	芦田川本流									芦田川支流		
	大渡橋下 (OW)			山手橋西 (YW)			山手橋東 (YE)			高屋川 (TK)		
	8月	9月	10月	8月	9月	10月	8月	9月	10月	8月	9月	10月
ウナギ目												
ウナギ科												
ウナギ												
コイ目												
コイ科												
コイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ゲンゴロウナ				○	○	○	○	○	○			
ゲンナ							○	○	○			
オオキンナ							○	○	○	○	○	○
ヤリタナゴ	○	○					○	○	○			
アブラボテ								○				
カネヒラ	○	○	○				○	○	○			
★タイリクバラタナゴ							○	○	○			
ハス				○	○		○	○	○			
オイカリ	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
カワムツ							○	○	○			
モツゴ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ヒガイ	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
ムギク												
タモロコ							○	○	○	○	○	○
キンモロコ							○	○	○	○	○	○
ゼゼラ										○	○	
カマツカ	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
コウライニゴイ				○	○	○	○	○	○	○	○	○
ニゴイ										○	○	
イトモロコ				○	○	○	○	○	○	○	○	○
デメモロコ				○	○	○	○	○	○	○	○	○
スゴモロコと同属名の種							○					
ドジョウ科												
ドジョウ							○		○			
ナマズ目												
ナマズ科												
ナマズ	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○
ハマギギ科												
ギギ										○		
サケ目												
アユ科										○		
アユ										○		
カダヤシ目												
カダヤシ科												
★カダヤシ	○									○		
ダツ目												
メダカ科												
ミナミメダカ										○		
スズキ目												
サンフィッシュ科												
★ブルーギル	○	○	○	○					○			
★オオクチバス	○					○			○			
ハゼ目												
ドンコ科	○	○	○			○	○	○	○			
ハゼ科												
カワヨシノボリ				○	○	○			○	○		
シマヨシノボリ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ゴクラクハゼ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ウキゴリ							○		○	○		
タイワンドジョウ科												
★カムルチー	○					○	○	○	○			○

★外来種

表-1 環境DNA分析で検出された魚類